

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO
CAMPUS BAIXADA SANTISTA
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO MAR

PAMELA BROCENSCHI PADOVAN

**INFLUÊNCIA DE BARREIRAS SUBMERSAS DE GEOBAGS NA ICTIOFAUNA DA
ZONA DE ARREBENTAÇÃO NA REGIÃO DE SANTOS E SÃO VICENTE, SÃO
PAULO, BRASIL**

SANTOS

2019

PAMELA BROCENSCHI PADOVAN

**INFLUÊNCIA DE BARREIRAS SUBMERSAS DE GEOBAGS NA ICTIOFAUNA DA
ZONA DE ARREBENTAÇÃO NA REGIÃO DE SANTOS E SÃO VICENTE, SÃO
PAULO, BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal de São Paulo – Campus
Baixada Santista para a obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador:

Prof. Dr. Rodrigo Brasil Choueri

Co-orientadores:

Dr. Marcelo Ricardo de Souza

Dr. Sérgio Luiz dos Santos Tutui

SANTOS

2019

Ficha catalográfica elaborada por sistema automatizado
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

P124i Brocenschi Padovan, Pamela.
INFLUÊNCIA DE BARREIRAS SUBMERSAS DE GEOBAGS NA
ICTIOFAUNA DA ZONA DE ARREBENTACÃO NA REGIÃO DE
SANTOS E SÃO VICENTE, SÃO PAULO, BRASIL. / Pamela
Brocenschi Padovan; Orientador Rodrigo Brasil
Choueri; Coorientador Marcelo Ricardo de Souza. --
Santos, 2019.
40 p. ; 30cm

TCC (Graduação - Engenharia Ambiental) --
Instituto do Mar, Universidade Federal de São Paulo,
2019.

1. Geossintéticos. 2. Assembleia de peixes. 3.
Erosão. 4. Monitoramento ambiental . 5. Gestão
Costeira. I. Brasil Choueri, Rodrigo, Orient. II.
Ricardo de Souza, Marcelo, Coorient. III. Título.

CDD 628

À Deus. À minha família pelo apoio e compreensão nas horas de ausência. Aos meus professores por todo ensinamento transmitido durante esses anos.

AGRADECIMENTO

Primeiramente a Deus, pelo dom da vida, por sempre guiar o meu caminho e me amparar através da fé nos momentos de mais desespero e dificuldades no decorrer do curso.

Aos meus pais, Valéria e Sidney, e a minha irmã Paloma, por todo apoio paciência, amor. Obrigada pelo suporte necessário para conseguir concluir esse ciclo e por compreenderem meus momentos de ausência. Sem o incentivo de vocês, nada disso seria possível

Aos meus avós, Rosa, Carmo, Maria e Ângelo (*in memorian*), pela preocupação mesmo através da distância física e por compreenderem meus momentos de ausência.

Aos amigos que fiz durante a graduação, seja do mesmo ou de outro, principalmente aos que estão comigo desde o início. Vocês foram essenciais para a conclusão dessa etapa. Obrigada pelos momentos de lazer, conversas, conselhos, risadas, por enfrentarmos muitas dificuldades juntos.

Aos meus amigos do grupo Ambientalera pela união e compreensão durante todo o curso, pelos trabalhos em grupo e toda ajuda proporcionada.

Aos meus amigos Christine e Marcos, pela amizade, por me escutarem sempre que precisei desabafar nesses últimos anos da graduação e pelo companheirismo que vai além da faculdade.

Ao meu namorado, Rafael, por todo apoio e ajuda nessa reta final da graduação. Obrigada pela parceria nos estudos, pelo conhecimento e ajuda em algumas disciplinas e em alguns trabalhos quando o tempo era curto.

A todos que um dia foram meus professores, meu muito obrigada por todo conhecimento transmitido, por despertar em mim a vontade de estudar e buscar por uma Instituição de Ensino pública e de qualidade.

Ao Instituto de Pesca, principalmente aos pesquisadores Dr. Acácio Ribeiro Gomes Tomás, Dr. Marcelo Ricardo de Souza e Dr. Sérgio Luiz dos Santos Tutui pela oportunidade em realizar o estágio de Iniciação Científica e utilizar os dados para realização desse trabalho. Agradeço à vocês e a Claudia Dardaques por todo ensinamento, pelos conselhos e pelas trocas de experiências.

Aos pesquisadores Dr. Marcelo Ricardo de Souza e Dr. Sérgio Luiz dos Santos Tutui por aceitarem me coorientar. Obrigada pela paciência e por acreditarem que a

realização desse trabalho seria possível.

Ao professor Dr. Rodrigo Brasil Choueri por aceitar o convite em me orientar, por confiar em mim para o desenvolvimento desse trabalho, mesmo tendo um curto período de tempo. Obrigada por todo ensinamento desde o início do curso.

A Universidade Federal de São Paulo, ao seu corpo docente e demais membros, pela oportunidade em me formar numa universidade pública, por todo conhecimento e experiências trocados. Agradeço alguns docentes por serem não apenas professores, mas mestres e inspiração de vida. Foram anos de experiências inesquecíveis.

Por fim, agradeço a todas as outras pessoas que aqui não foram citadas em particular, mas que fizeram parte da minha vida e colaboraram para a conclusão dessa etapa.

“Cada sonho que você deixa para trás, é um pedaço do seu futuro que deixa de existir.”

Steve Jobs

RESUMO

Nas últimas décadas os geossintéticos ganharam espaço em obras de engenharia realizadas na região costeira. Dentre suas diversas aplicações, passou a ser utilizado como barreiras submersas em diferentes lugares, a fim de evitar a erosão e minimizar estragos causados por ressacas marítimas. Grande parte de cidades litorâneas sofrem com os efeitos das ressacas, e o município de Santos não é uma exceção. Devido a esse problema, foi desenvolvido na região da Ponta da Praia um projeto-piloto que constituiu na implementação de barreiras submersas de geobags. Pelo ineditismo em se utilizar tais métodos para dissipação de ondas no país, o presente trabalho tem como objetivo avaliar alterações na estrutura da assembleia de peixes da zona de arrebentação como consequência da colocação de barreiras submersas de geobags. Para a realização do estudo, foram utilizados dados obtidos através de um projeto desenvolvido por pesquisadores do Instituto de Pesca APTA/SAA/SP, o qual consistiu na realização de coletas em três praias pertencentes a Baía de Santos: Itararé (São Vicente), José Menino e Aparecida (Santos). As coletas foram realizadas através de uma rede e arrasto do tipo picaré e contou com dois períodos de estudo, antes (janeiro a julho de 2017) e após (janeiro a julho de 2018) da colocação dos geobags. Em cada ponto, antes de iniciar os arrastos (tréplicas) foram mensuradas salinidade e temperatura da água. Para a obtenção dos resultados, os organismos foram identificados a nível de espécies, contados e pesados de forma individual, para então a realização das análises. Para verificar a diferença da salinidade e temperatura em relação aos locais e os dois períodos de estudo foi realizada a análise de variância bifatorial (ANOVA), mostrando que não teve diferença significativa. Com a finalidade de avaliar se houve perturbações nas áreas de coleta nos períodos antes e após a colocação foram geradas curvas ABC (*abundance biomass comparison*). Para verificar os índices ecológicos foram calculados a riqueza absoluta, equitatividade de Pielou e diversidade de Shannon-Wiener. Para este último foi gerado a PERMANOVA (análise multivariada permutacional de variância). O mesmo teste estatístico não paramétrico foi realizado, através do índice de similaridade de Bray-Curtis, com o intuito de avaliar a similaridade da assembleia de peixes, bem como os gráficos de Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS) e a Análise de Similaridade de Percentagens (SIMPER). De forma geral, o estudo realizado identificou uma pequena interferência na alteração na fauna de

peixes no local de intervenção, mas que não foi o suficiente para modificar a estrutura da ictiofauna da zona de arrebentação. Este tipo de trabalho é inédito no Brasil e visa avaliar e entender impactos de obras costeiras, colaborando assim como fonte de consulta para a gestão costeira.

Palavras-chave: Geossintéticos; assembleia de peixes; erosão; monitoramento ambiental; gestão costeira.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

Figura 01. Esquema da colocação dos geobags na Ponta da Praia em Santos.....	16
Figura 02. Mapa indicando os locais de coleta e o local aproximado de colocação dos geobags.....	17
Figura 03. Rede de arrasto (picaré) utilizada durante as coletas e arrasto de praia sendo realizado em um dos pontos de coleta.....	18
Figura 04. Material biológico sendo etiquetado.....	19
Figura 05. Amostras em processo de descongelamento.....	19
Figura 06. Identificação dos organismos.	20
Figura 07. Boxplot do número de indivíduos por coleta nas três áreas amostrais em função dos períodos antes (não) e depois (sim) da colocação dos geobags.....	25
Figura 08. Tendência das curvas de abundância (linha contínua) e biomassa (linha tracejada) (gráficos ABC) para as três áreas de coleta antes e após a colocação dos geobags e valores de W.....	26
Figura 09. Curva de ranking-abundância em ordem decrescente de abundância, riqueza, diversidade de Shannon-Wiener e equitatividade de Pielou para as três áreas de coleta antes e após a colocação dos geobags.....	27 e 28
Figura 10. Escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) da composição da estrutura de assembleia de peixes antes e após a colocação dos geobags para A) Itararé, B) José Menino e C) Aparecida.....	30 e 31

TABELAS

Tabela 01. Resultado da análise de variância (ANOVA) da temperatura e salinidade em função das áreas de coleta e períodos antes e depois da colocação dos geobags.....	23
Tabela 02. Táxon com o número total de indivíduos coletados no período de estudo por local de coleta, disposto por ordem decrescente de abundância.....	24 e 25
Tabela 03. Resultado da PERMANOVA com base na matriz de similaridade de Bray-Curtis para verificação do índice de diversidade de Shannon-Wiener três áreas de estudo.....	28
Tabela 04. Resultado da PERMANOVA com base na matriz de similaridade de Bray-Curtis para verificação na composição da assembleia de peixes nas três áreas de estudo.....	29

SUMÁRIO

1. Introdução.....	10
2. Objetivos.....	14
3. Material e métodos	15
3.1 Área de estudo.....	15
3.2 Implementação das barreiras submersas de geobags	15
3.3 Amostragem	16
3.4 Processamento das amostras	19
3.5 Análise dos dados	20
4 Resultados.....	23
4.1 Dados abióticos	23
4.2 Dados biológicos.....	23
4.2.1 Estrutura da assembleia de peixes	29
5. Discussão.....	32
6. Conclusão	35
7. Referências bibliográficas	36

1. Introdução

Há décadas o município de Santos, que está localizado no litoral central do estado de São Paulo a 72 quilômetros da capital, sofre grandes problemas com ressacas marítimas, eventos que resultam na chegada da água do mar até a avenida da praia, causando inundações e alguns tipos de danos na infraestrutura urbana local.

Normalmente as ressacas estão presentes no litoral paulista no outono e inverno, sendo consequência de eventos, como maré de sizígia, nível do mar mais elevado devido ao aquecimento das águas do Atlântico Sul durante o verão e interação entre frente frias e ciclones extratropicais (Souza, 2008).

Uma das consequências das ressacas é a erosão costeira, que resulta no recuo da linha de costa em direção ao continente e a diminuição da largura da faixa de areia (Melo, 2016), processo que vem ocorrendo em Santos aos longos dos anos. Devido a esses problemas, prefeitura da cidade realizou algumas intervenções na região da Ponta da Praia, como a colocação de pedras entre as muretas de proteção e o mar e a alimentação artificial com areia retirada de dentro dos canais 1 e 3, entretanto essas medidas não foram muito eficientes no controle dos efeitos causados pela erosão costeira (UNICAMP, 2010).

A cidade possui um histórico de impactos causados pelas ressacas, principalmente na região da Ponta da Praia, onde não possui faixa de areia e o mar fica em contato com as muretas. Em 2013 foi realizado pela Fundação de Estudos e Pesquisas Aquáticas (FUNDESPA) um levantamento histórico das ressacas ocorridas no município de Santos entre 1960 e 2011 (FUNDESPA, 2013). Algumas ressacas aconteceram com maior intensidade, como nos anos de: 2005, em que ondas de 3 metros causaram a destruição das muretas e a água invadiu garagens subterrâneas; 2006 atingindo várias praias de todo o litoral paulista; 2010 que atingiu a praia do Góes em Guarujá além das praias de Santos; 2016 resultando no escoamento da água do mar em garagens subterrâneas de prédios localizados na orla, alagamento na avenida da praia, quebra das muretas de proteção e destruição de parte do Deck do Pescador, ponto turístico e que recebe pessoas para pesca amadora (Souza, 2008; FUNDESPA, 2013; Santa Portal, 2015; G1, 2016).

Diante dessa questão e do aumento na intensidade das ressacas e de consequências negativas, começaram estudos com o objetivo de sanar esse problema. Professores pesquisadores da UNICAMP a pedido e em parceria com

prefeitura de Santos analisaram, a partir de estudos próprios e monitoramentos através de outras entidades de pesquisa, a dinâmica das ondas e corrente e o comportamento do transporte dos sedimentos.

Com isso, fez-se necessário a tomada de uma solução emergencial, sendo construído um projeto-piloto de forma alternativa e viável a curto prazo, em que consistiu a implementação de barreiras submersas de geossintéticos na região da Ponta da Praia.

Fabricados a partir de materiais poliméricos naturais ou sintéticos, os geossintéticos têm diferentes classes (mantas, tubos, sacos) e são muito utilizados em soluções ambientais, de geotecnia e obras de engenharia civil devido ao alto nível de durabilidade, possuindo diversas aplicabilidades e podendo desempenhar funções, como filtração, armazenagem de material contaminante, proteção, reforço, separação, impermeabilização e controle erosivo provocado por ondas.

A aplicação de geotêxtis em obras hidráulicas e de proteção costeira teve seu início na década de 50 em países como Holanda, EUA e Alemanha (Saathoff *et al.*, 2007). Já no Brasil o uso de geotêxtis surgiu entre os anos 70 e 80 tendo seu crescimento na última década (Bezerra e Costa, 2012), para tanto o projeto realizado em Santos foi novidade para o país segundo matéria publicada pelo G1 em dezembro de 2017.

Muitos países já aderiram o uso de sacos geotêxtis em obras costeiras tendo como principais funções a proteção das praias contra erosão e redução nas alterações na dinâmica do litoral.

Na década de 2000 foi empregado o uso de tubos geotêxtis em praias do Golfo do México localizadas no Condado de Galveston uma vez que anos anteriores as praias foram alvos de inundações devido à elevação de ondas e marés. Ainda na mesma década o uso de tubos semelhantes foram aplicados nas praias da Península de Yucatán, México e em praias australianas, com o intuito de estabilização da costa. Na década seguinte foram publicados trabalhos em que o uso de geossintéticos esteve presente em experimentos com finalidade de testar seu uso contra a erosão costeira (Restall *et al.*, 2002; Alvarez *et al.*, 2007; Heilman *et al.*, 2008; Gomes *et al.*, 2014).

De acordo com Restall *et al.* (2002), o uso de geossintéticos em obras costeiras como o objetivo de proteção contra erosão e inundações teve uma evolução em que passou de um método alternativo para uma das soluções mais procuradas.

Uma vez que as estruturas de concreto estão sendo substituídas por materiais mais baratos, e os tubos geotêxteis permitem uma construção mais econômica e mais rápida por terem a possibilidade de serem preenchidos com materiais encontrados *in situ* por meio de bombeamento hidráulico (Oh e Shin 2006), o projeto desenvolvido para a região da Ponta da Praia em Santos, teve como proposta a construção de um molhe que consiste em duas barreias submersas de geobags preenchidos com areia retirada *in situ*, com finalidade de reduzir a velocidade das correntes, alterar local de deposição do sedimento, melhorar a circulação da corrente superficial e alterar rumo das ondas, causando então alterações ambientais no seu entorno.

A colocação de barreiras submersas artificiais pode gerar alguns tipos de modificações no meio, como alterações nas correntes, local de sedimentação, granulometria, intensidade com que as ondas se quebram na zona de arrebentação, entre outros. De acordo com a literatura, a modificação da zona de arrebentação e o nível de exposição das ondas podem modificar a estrutura de assembleia de peixes, alterando composição, riqueza e diversidade (CLARK *et al.*, 1996; VASCONCELLOS *et al.*, 2007), tendo como hipótese que esse tipo de estrutura gere alterações na composição da fauna de peixes nas regiões vizinhas.

Ainda que seja uma solução contra a erosão da região costeira e causar modificações no ambiente, poucos estudos abordaram a influência destas estruturas na fauna aquática local. Kumar *et al.* (2014) realizaram estudos na costa oeste da Índia onde foram implementados geossintéticos preenchidos de areia com a finalidade de estabilização da linha de costa, e verificaram colonizações de algas e invertebrados ao redor dos geotêxtis, servindo assim de alimento e refúgio para peixes e crustáceos. Sabe-se que estruturas artificiais podem influenciar na composição da fauna de peixes. Tatematsu *et al.* (2014) identificaram alterações na composição devido a colocação de promontórios artificiais em uma praia do Japão e, segundo os autores, peixes de menor porte foram mais abundantes na região da estrutura. Já no estudo de Mikami *et al.* (2011), que avaliaram a colocação de estruturas feitas de blocos de concretos não foram verificadas alterações na composição de peixes da zona de arrebentação, apesar de apresentar alguma influência sobre os fatores abiótico mensurados.

No Brasil não se tem registros de estudos que abordem a influência de geossintéticos nas comunidades de peixes, principalmente pelo ineditismos em se utilizar tais métodos para dissipação de ondas no país. Desta forma o presente

trabalho visa avaliar e entender impactos de obras costeiras através das possíveis alterações na ictiofauna após a colocação dos geobags, colaborando assim como fonte de consulta para a gestão costeira.

2. Objetivos

Geral:

Avaliar alterações na estrutura da assembleia de peixes da zona de arrebentação como consequência da colocação de barreiras submersas de geobags na Ponta da Praia em Santos/SP.

Específicos:

- 1) Identificação das principais espécies antes e após a colocação dos geobags;
- 2) Comparação dos índices ecológicos antes e após a colocação dos geobags;
- 3) Comparação da estrutura da assembleia de peixes antes e após a colocação dos geobags;

3. Material e métodos

3.1 Área de estudo

O presente estudo foi realizado nas praias de Aparecida (23°59'03"S, 46°18'41"W) e José Menino (23°58'10"S, 46°20'40"W) no município de Santos/SP e Itararé (23°58'29"S, 46°22'08"W) em São Vicente/SP. Os municípios de Santos e São Vicente fazem parte da Baía de Santos e contam com praias dissipativas de baixa energia, granulação fina, baixa declividade e zona de arrebentação com diferentes tamanhos e profundidades. Essa diferenciação na zona de arrebentação resulta num gradiente em sua extensão, iniciando com uma maior zona de arrebentação na praia do Itararé em São Vicente contendo mais ondas e reduzindo até chegar na Ponta da Praia em Santos com menor incidência de ondas, com exceção de eventos extremos (Magini *et al.*, 2006; Souza, 2012).

3.2 Implementação das barreiras submersas de geobags

A colocação dos geobags, motivo do estudo, foi realizada na região da Ponta da Praia, próximo ao canal 6 na praia do Aparecida (Figura 01). Sua construção contou com dois segmentos lineares, formando um L, sendo o primeiro partindo do muro da praia na direção da Rua Afonso Celso de Paula Lima e seguindo mar adentro por 275 metros, chamado de trecho transversal, tendo como objetivos: reduzir a velocidade das correntes de maré que se direcionam para a embocadura do estuário, impedindo o acúmulo de sedimento atrás da obra e induzindo a formação de uma cava na região; proteger e dar suporte ao acúmulo de sedimento esperado entre a obra e a linha de costa; circulação adequada da corrente superficial, possibilitando uma condição de balneabilidade aceitável. Nos primeiros 75 metros desse trecho, foi colocado uma camada de blocos de enrocamento para proteção contra vandalismo e minimizar o impacto visual (UNICAMP, 2010).

Chamado de trecho longitudinal, o segundo segmento linear foi alocado de forma paralela à direção das muretas existentes, tendo 240 metros de extensão, a fim de que o rumo das ondas atinjam os muros com ângulo próximo à ortogonal eliminando a reflexão de ondas (UNICAMP, 2010).

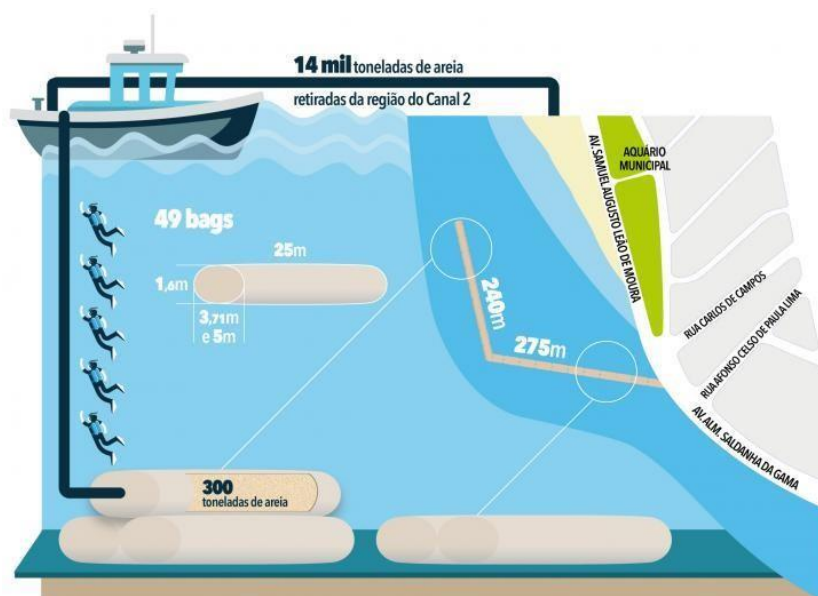


Figura 01. Esquema da colocação dos geobags na Ponta da Praia em Santos. Fonte: Prefeitura Municipal de Santos

3.3 Amostragem

Para a obtenção dos dados foram escolhidos três pontos, sendo o primeiro (A) na praia do Itararé, a aproximadamente 300 metros da Ilha Porchat; o segundo (B) na praia do José Menino, a aproximadamente 100 metros do Canal 1 sentido Porto de Santos e o terceiro (C) na praia da Aparecida, a aproximadamente 100 metros do Canal 6 sentido São Vicente e ponto mais próximo das estruturas de geobags (Figura 02).

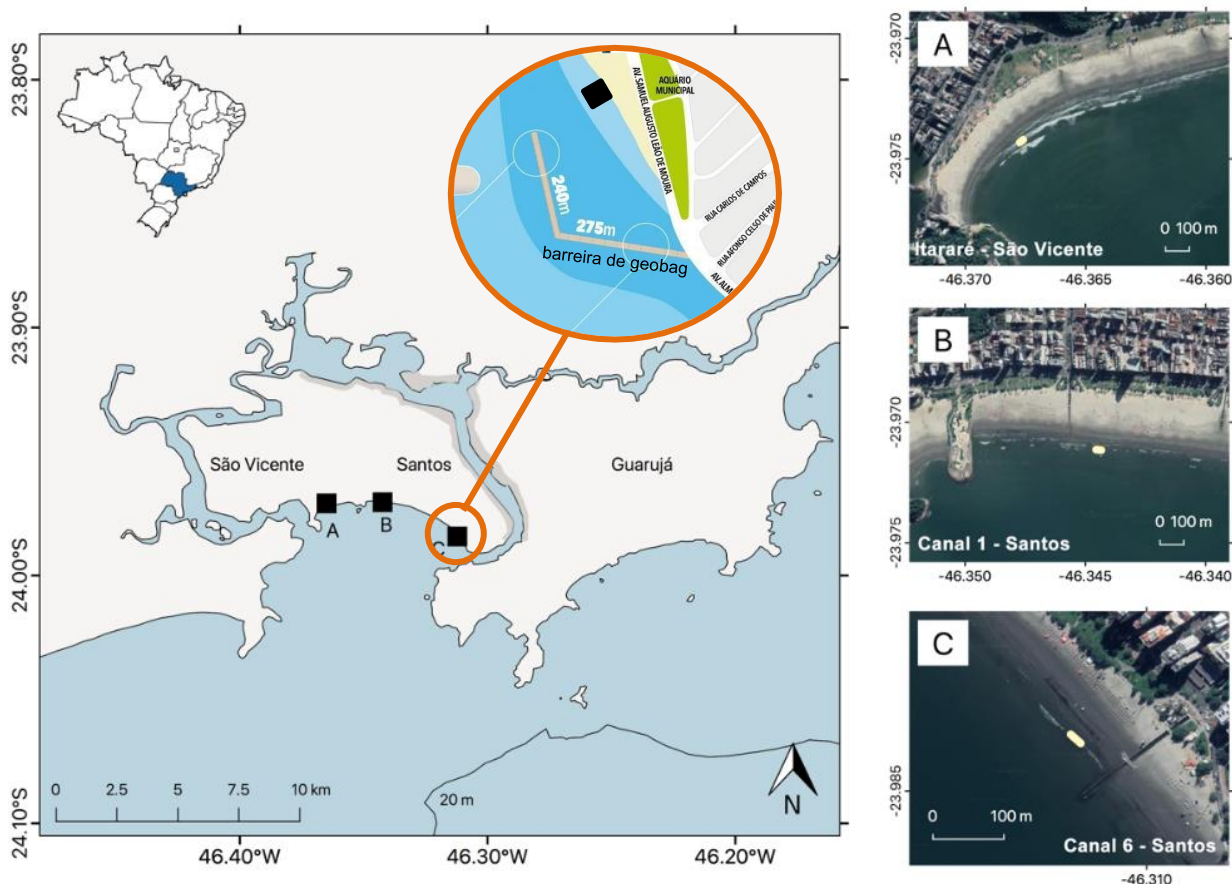


Figura 02. Mapa indicando os locais de coleta e o local aproximado de colocação dos geobags. Fonte: Fotos de satélite Google Earth.

As praias do Itararé e José Menino, com 6,5km e 4km de distância aproximada dos geobags respectivamente foram considerados pontos controle, uma vez que se localizam a uma considerável distância do ponto de colocação das barreiras submersas, podendo atuar como referências para as possíveis alterações ambientais que independem dos geobags. Por sua vez, o ponto de coleta da praia da Aparecida por estar aproximadamente 300m dos geobags, foi considerada como ponto de avaliação das possíveis perturbações e/ou impactos causados pela interferência humana.

Os dados utilizados foram obtidos através de um projeto realizado por pesquisadores e estagiários de Iniciação Científica do Instituto de Pesca APTA/SAA/SP sendo divididos em dois períodos: antes (janeiro a julho de 2017) e após (janeiro a julho de 2018) da colocação dos geobags. O trabalho contou com coletas mensais durante a lua nova, nos períodos diurno e noturno nas três praias

referenciadas, começando sempre pela praia do Itararé, seguido do José Menino e Aparecida. As coletas tiveram autorização do Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO) do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) (nº 54543-1).

Com trélicas em cada ponto, utilizou-se uma rede de arrasto do tipo picaré com abertura da boca de 9,0 m, malha das mangas de 12,0 mm e malha do ensacador de 5 mm entre nós opostos, o qual foi arrastado por três pessoas (duas em suas extremidades e uma no ensacador) numa extensão de 20,0 m em paralelo com a linha de praia e numa profundidade média de 1,0 m (Figura 03).



Figura 03. Rede de arrasto (picaré) utilizada durante as coletas e arrasto de praia sendo realizado em um dos pontos de coleta. Fonte: Instituto de Pesca.

O material biológico, após coletado, foi colocado em sacos plásticos etiquetados, armazenados em uma caixa isotérmica e levado para o laboratório multiusuário do Centro do Pescado Marinho do Instituto de Pesca/APTA/SAA/SP (Figura 04).

Em cada ponto, antes de iniciar os arrastos, foram mensuradas salinidade e temperatura da água, através de um refratômetro e um termômetro digital respectivamente, uma vez ambas variáveis ambientais têm grande importância na regulação das assembleias de peixes de praias arenosas (Lazzari et al., 1999).



Figura 04. Material biológico sendo etiquetado. Fonte: Instituto de Pesca.

3.4 Processamento das amostras

O processamento laboratorial se iniciou pelo descongelamento natural das amostras e separação em grandes grupos, selecionando os peixes dos demais organismos. Posteriormente o material foi identificado até o menor táxon possível utilizando literatura específica, dentre os quais: Costa, *et al.* (2003); Figueiredo & Menezes (1978), Figueiredo & Menezes (1980), Figueiredo & Menezes (2000), Marceniuk (2005), Menezes & Figueiredo (1980), Menezes & Figueiredo (1985) e Menezes *et al.* (2003) (Figuras 05 e 06), contados e pesados.

As informações obtidas, como identificação taxonômica, contagem e pesagem de todos exemplares, foram anotadas em fichas e transcritas para um programa de planilha juntamente com as demais informações da coleta.



Figura 05. Amostras em processo de descongelamento. Fonte: Instituto de Pesca.



Figura 06. Identificação dos organismos. Fonte: Instituto de Pesca.

3.5 Análise dos dados

Os dados ambientais (temperatura e salinidade) foram testados utilizando análise de variância bifatorial (ANOVA) em função das três áreas de coleta e dos períodos antes e depois da colocação das barreiras submersas de geobags (janeiro a julho de 2017 e janeiro a julho de 2018 respectivamente). Anteriormente a ANOVA os dados foram testados quanto a normalidade e homogeneidade das variâncias utilizando os testes de Shapiro-Wilk e Levene respectivamente.

Em relação aos dados biológicos, as espécies foram quantificadas de acordo com a abundância (número total de indivíduos coletados por amostra). A variação do número de indivíduos por coleta nas três áreas em relação aos períodos antes e depois dos geobags foi analisada pelo teste de Kruskal-Wallis.

Buscando avaliar a se houver perturbações nas áreas de coleta nos períodos antes e após a colocação dos geobags, foi utilizado o método ABC (*abundance biomass comparison*), o qual relaciona a sobreposição da curva de abundância sobre a curva de biomassa e estão associadas a estatística W, que é a sumarização numérica da curva ABC. De acordo com Yemane *et al.* (2005), o valor de W mede a diferença entre as duas curvas, podendo ser negativo quando a curva de abundância sobrepõem a curva de biomassa, indicando assim que o ambiente é instável ou perturbado ou positivo quando a curva de biomassa sobrepõem a curva de abundância, indicando um ambiente estável ou não perturbado.

Os índices ecológicos riqueza, equitatividade e diversidade foram calculados para cada área de coleta antes e após a inserção dos geobags. Considerando o mesmo período das análises foi realizado a Curva de ranking-abundância para cada local. O Índice de Diversidade de Shannon-Wiener foi calculado mensalmente antes e após a colocação dos geobags para cada local de coleta e analisados através da PERMANOVA (Análise Multivariada Permutacional de Variância).

A escolha dos índices ecológicos foram usados com a finalidade de identificar alterações na estrutura e composição da ictiofauna (Provete *et al.*, 2011). Foi considerado a riqueza absoluta o qual refere-se ao número de espécies em cada área de estudo. Para a diversidade foi escolhido o Índice de Diversidade de Shannon-Wiener (H'), sendo indicado para amostras aleatórias de espécies de uma comunidade e é calculado através da seguinte formula:

$$H' = - \sum p_i \text{Log } p_i$$

Onde,

H' = Índice de Shannon-Weaver

p_i = proporção da espécie em relação ao número total de espécimes encontrados nos levantamentos realizados

Por fim, para verificar a uniformidade das espécies dentro da comunidade de peixes, foi utilizado o Índice de Equitabilidade de Pielou (J), calculado através da formula:

$$J = \frac{H'}{H_{\max}}$$

Onde,

J = Equitabilidade de Pielou

H' = Índice de Diversidade de Shannon-Wiener

H_{\max} = $\text{Log } S$ (numero de espécies)

Com o intuito de avaliar a similaridade da assembleia de peixes entre os dois períodos de estudo (antes e após a colocação dos bags) para cada local de coleta, foi obtido o índice de similaridade de Bray-Curtis e então realizado o teste estatístico não paramétrico PERMANOVA. Posteriormente foi gerado os gráficos de Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS) e Análise de Similaridade de Percentagens (SIMPER), ambas utilizando os mesmos parâmetros. Para essas análises, devido a

grande quantidade de zeros na matriz, os lances e período do dia foram agrupados em meses e separados quanto ao local de coleta. Para realização das análises foi feito a média de cada espécie considerando os 6 lances (3 diurnos e 3 noturnos) mensais. Posteriormente foram excluídas as linhas e colunas que continham apenas a presença de zeros. Mesmo adotando o procedimento citado e o desenho amostral do trabalho contar com dois fatores (local e ausência/presença dos geobags), optou-se por fazer PERMONOVA unifatorial comparando os dois períodos de estudo para cada local de coleta de forma separada, evitando assim a perda de mais dados, uma vez que se fosse optado fazer a PERMANOVA bifatorial, seria necessário a exclusão de mais linhas e colunas.

Para a realização das análises foram utilizados o ambiente R e o PRIMER 6.1 e foi considerado para todos os testes a diferença significativa do valor de $p=0,05$.

4 Resultados

4.1 Dados abióticos

Não foram verificadas diferenças significativas nos valores de temperatura e salinidade em relação as áreas de coleta (Tabela 01). O mesmo foi observado em função dos períodos antes e depois da colocação das barreiras submersas de geobags (janeiro a julho de 2017 e janeiro a julho de 2018 respectivamente).

Tabela 01. Resultado da análise de variância (ANOVA) da temperatura e salinidade em função das áreas de coleta e períodos antes e depois da colocação dos geobags.

Parâmetro	Fator	GL	SQ	SQM	valor F	p
temperatura	Local	2	0,28	0,142	0,018	0,982
	Bags	1	0,01	0,01	0,001	0,972
	Local:Bags	2	9,22	4,609	0,591	0,56
salinidade	Local	2	43,25	21,623	2,424	0,108
	Bags	1	2,13	2,126	0,238	0,63
	Local:Bags	2	4,13	2,065	0,231	0,795

4.2 Dados biológicos

Durante o período de estudo foram coletados 827 indivíduos pertencentes a 45 espécies e 21 famílias. Do total de indivíduos, 37,6% ocorreram antes da colocação dos geobags (entre janeiro e julho de 2017) e 62,4% depois (entre janeiro a julho de 2018) (Tabela 02). Das espécies coletadas, apenas duas (*Pellona harroweri* e *Oligoplites saurus*) representam mais de 10% da amostragem total (19% e 16%) e 30 espécies estiveram abaixo de 1% do total. Em relação as áreas de coleta, José Menino registrou a maior abundância (496 indivíduos), seguido pela Aparecida (257 indivíduos), local de maior proximidade dos bags, e Itararé (74 indivíduos). Considerando a composição específica nos pontos de coleta, na praia do Itararé a espécie com maior abundância foi *Anchoviella lepidentostole* com 14 indivíduos, no José Menino destaca-se a presença de *Oligoplites saurus* com 136 indivíduos e na Aparecida *Pellona harroweri* com 83 indivíduos.

Tabela 02. Táxon com o número total de indivíduos coletados no período de estudo por local de coleta, disposto por ordem decrescente de abundância.

Família	Espécie	Itararé	José Menino	Aparecida	Total
Pristigasteridae	<i>Pellona harroweri</i>	6	65	83	154
Carangidae	<i>Oligoplites saurus</i>	0	136	0	136
Haemulidae	<i>Conodon nobilis</i>	1	64	12	77
Ariidae	<i>Genidens barbatus</i>	12	47	9	68
Engraulidae	<i>Anchoa filifera</i>	4	0	53	57
Carangidae	<i>Oligoplites saliens</i>	5	40	3	48
Clupeidae	<i>Opisthonema oglinum</i>	0	46	2	48
Engraulidae	<i>Anchoviella lepidentostole</i>	14	2	25	41
Clupeidae	<i>Harengula clupeola</i>	0	16	4	20
Engraulidae	<i>Anchoa lyolepis</i>	1	10	8	19
Stromateidae	<i>Peprilus xanthurus</i>	0	19	0	19
Atherinopsidae	<i>Atherinella blackburni</i>	0	3	14	17
Carangidae	<i>Trachinotus carolinus</i>	5	6	1	12
Carangidae	<i>Chloroscombrus chrysurus</i>	10	1	0	11
Engraulidae	<i>Anchoa marinii</i>	10	0	0	10
Sciaenidae	<i>Menticirrhus littoralis</i>	0	6	2	8
Sciaenidae	<i>Larimus breviceps</i>	0	5	2	7
Mugilidae	<i>Mugil brevirostris</i>	1	3	3	7
Sciaenidae	<i>Bairdiella ronchus</i>	0	1	4	5
Hemiramphidae	<i>Hyporhamphus unifasciatus</i>	1	4	0	5
Trichiuridae	<i>Trichiurus lepturus</i>	0	1	4	5
Engraulidae	<i>Anchoa januaria</i>	0	0	4	4
Engraulidae	<i>Anchoa spinifer</i>	0	2	2	4
Paralichthyidae	<i>Etropus longimanus</i>	0	0	4	4
Pomatomidae	<i>Pomatomus saltatrix</i>	1	0	3	4
Tetraodontidae	<i>Sphoeroides greeleyi</i>	0	3	1	4
Sciaenidae	<i>Stellifer rastrifer</i>	0	2	2	4
Carangidae	<i>Trachinotus falcatus</i>	0	4	0	4
Haemulidae	<i>Orthopristis ruber</i>	0	0	3	3
Ephippidae	<i>Chaetodipterus faber</i>	0	1	1	2
Paralichthyidae	<i>Etropus crossotus</i>	0	0	2	2
Gerreidae	<i>Eucinostomus argenteus</i>	0	1	1	2
Hemiramphidae	<i>Hemiramphus brasiliensis</i>	0	1	1	2
Engraulidae	<i>Lycengraulis grossidens</i>	1	0	1	2
Stromateidae	<i>Peprilus paru</i>	0	2	0	2
Sciaenidae	<i>Micropogonias furnieri</i>	0	1	0	1
Mugilidae	<i>Mugil liza</i>	0	0	1	1
Batrachoididae	<i>Opsanus beta</i>	1	0	0	1
Polynemidae	<i>Polydactylus oligodon</i>	0	0	1	1

(Continua)

Tabela 02. Táxon com o número total de indivíduos coletados no período de estudo por local de coleta, disposto por ordem decrescente de abundância.

(conclusão)					
Família	Espécies	Itararé	José Menino	Aparecida	Total
Polynemidae	<i>Polydactylus virginicus</i>	0	1	0	1
Haemulidae	<i>Pomadasys corvinaeformis</i>	0	1	0	1
Triglidae	<i>Prionotus punctatus</i>	1	0	0	1
Scombridae	<i>Scomberomorus brasiliensis</i>	0	1	0	1
Carangidae	<i>Selene vômer</i>	0	1	0	1
Tetraodontidae	<i>Sphoeroides testudineus</i>	0	0	1	1
Total Geral		74	496	257	827

Em relação ao número total de indivíduos antes e após da colocação dos geobags, foi verificado aumento no segundo período em todas as áreas de coleta. Dentre as áreas, José Menino foi a que apresentou maior diferença na abundância entre os dois períodos analisados.

Ainda que o número total de indivíduos entre os locais nos dois períodos em análise tenha apresentado grandezas diferentes, quando analisada a abundância por coleta as diferenças não foram significativas (Itararé $p=0,25$; José Menino $p=0,70$; Aparecida $p=0,45$) (Figura 07).

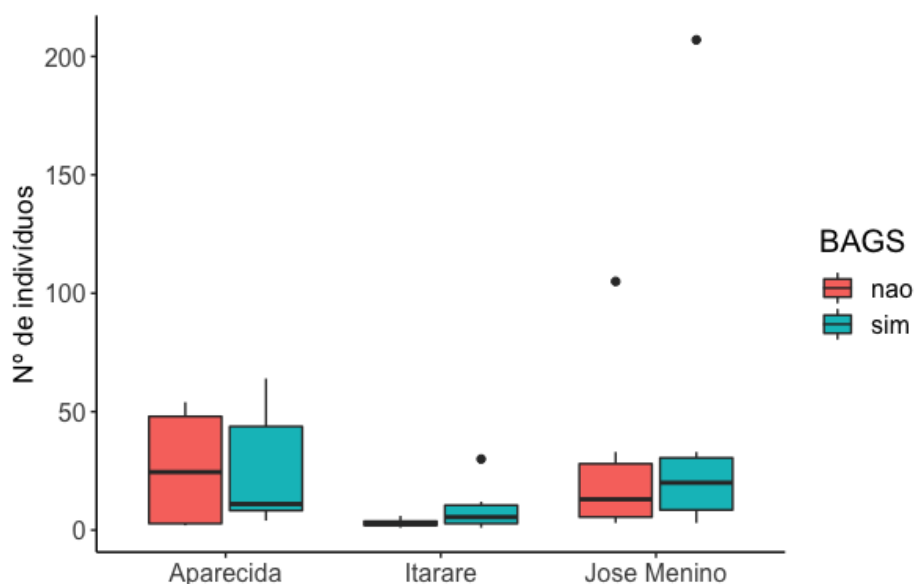


Figura 07. Boxplot do número de indivíduos por coleta nas três áreas amostrais em função dos períodos antes (não) e depois (sim) da colocação dos geobags.

Ao verificar a perturbação das áreas de coleta antes e após a colocação dos geobags através das curvas ABC (Figura 08), observou-se que na praia do Itararé a curva de biomassa supera a curva de abundancia, sendo caracterizado como um ambiente estável ou não perturbado, confirmado pelo valor de $W > 0$. A praia do José Menino pode ser caracterizada com um ambiente instável ou perturbado em ambos os períodos, devido a sobreposição da curva de abundancia em relação a curva de biomassa, confirmadas pelo valor de $W < 0$.

Já a praia da Aparecida, local mais próximo da colocação dos geobags, não manteve o mesmo comportamento antes e depois da colocação dos geobags conforme Itararé e José Menino, sendo caracterizado como um ambiente estável antes da colocação dos geobags uma vez que a curva de biomassa supera a curva de abundancia confirmado pelo valor de $W > 0$ e um ambiente levemente perturbado ou instável após a colocação dos geobags, pois observa-se que a curva de biomassa e abundância estão muito próximas, na qual a curva de biomassa começa sobrepondo a curva de abundancia, invertendo posteriormente a sobreposição, onde o valor de W , próximo a zero, indica essa tendência a instabilidade ou perturbação do ambiente.

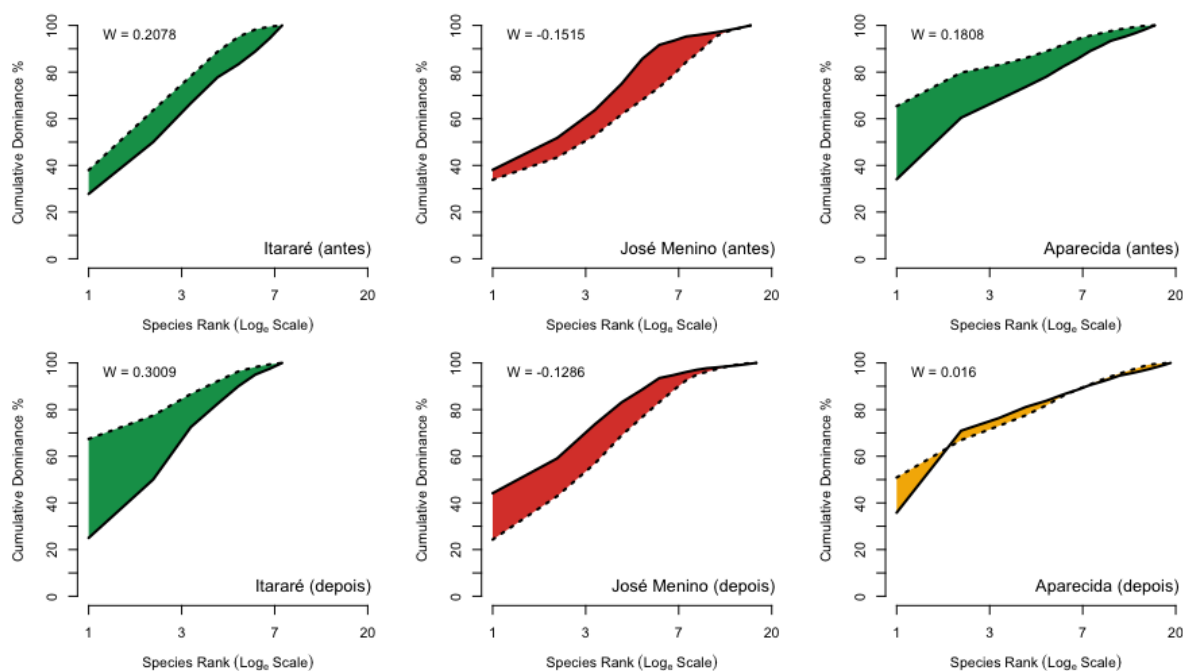


Figura 08. Tendência das curvas de abundancia (linha contínua) e biomassa (linha tracejada) (gráficos ABC) para as três áreas de coleta antes e após a colocação dos geobags e valores de W .

Quanto ao número de espécies, foi observado que apenas a praia do José Menino contou com a diminuição do primeiro para o segundo período de estudo, mantendo o mesmo comportamento para a diversidade e equitatividade. A praia do Itararé apresentou um aumento no número de espécies e na diversidade do local, reduzindo assim a equitatividade, e a praia do Aparecida teve um aumento no número de espécies e uma redução na diversidade e na equitatividade do área. A maior diversidade de espécies ocorreu na praia do José Menino no segundo período de estudo. O valor numérico dos índices ecológicos podem ser observados na Figura 09 juntamente com o ranking-abundância disposto por local e período de coleta.

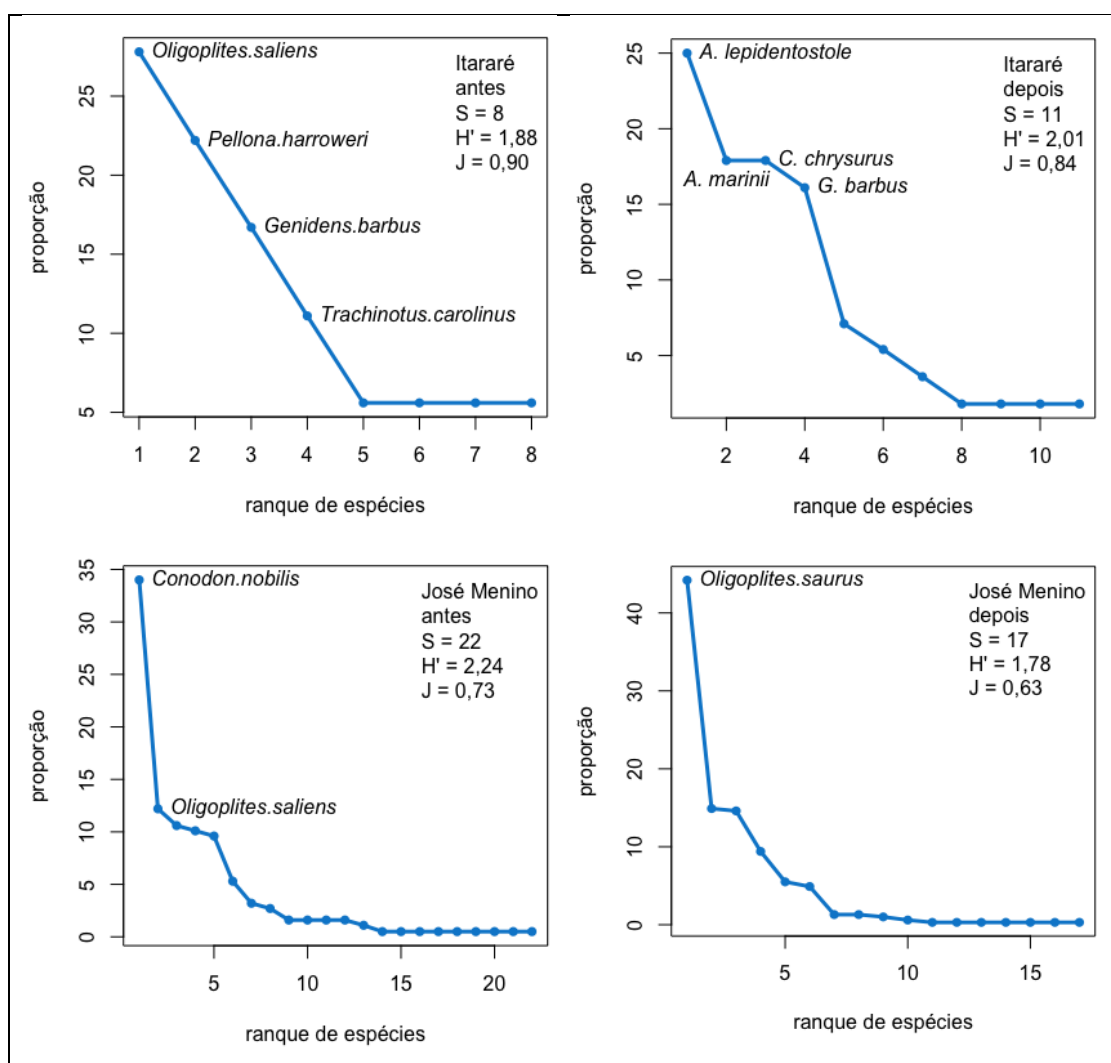


Figura 09. Curva de ranking-abundância em ordem decrescente de abundância, riqueza, diversidade de Shannon-Wiener e equitatividade de Pielou para as três áreas de coleta antes e após a colocação dos geobags.

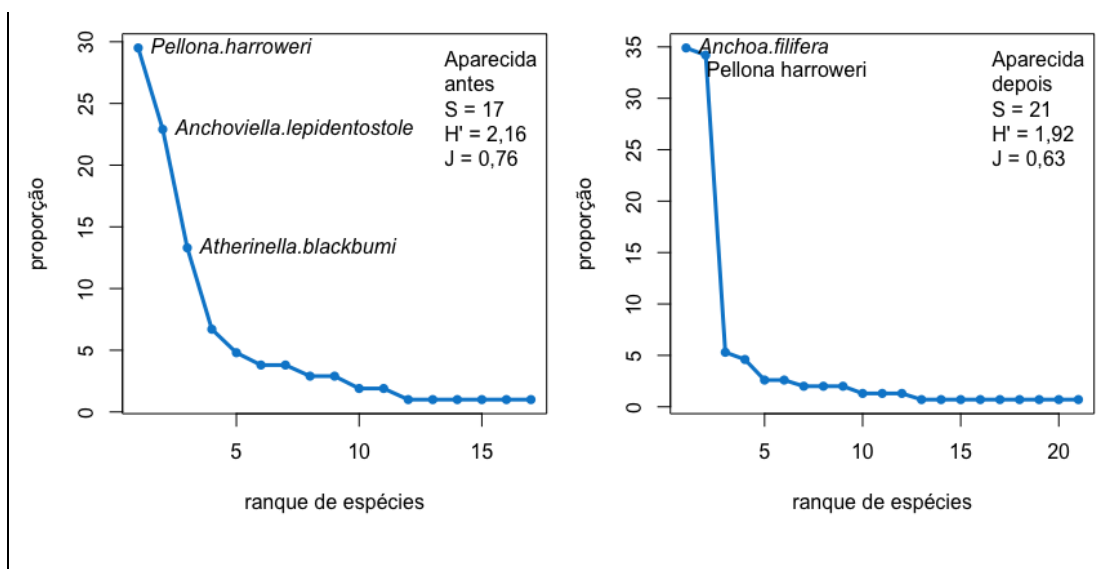


Figura 09 (cont.). Curva de ranking-abundância em ordem decrescente de abundância, riqueza, diversidade de Shannon-Wiener e equitatividade de Pielou para as três áreas de coleta antes e após a colocação dos geobags.

Ainda que se note uma diferença no índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') nas três áreas de coleta entre os dois períodos de estudo (antes e após a colocação dos geobags), o resultado da análise multivariada (PERMANOVA) aponta que essa diferença não foi significativa nas três áreas (Tabela 03).

Tabela 03. Resultado da PERMANOVA com base na matriz de similaridade de Bray-curtis para verificação do índice de diversidade de Shannon-Wiener três áreas de estudo.

Local	GL	SS	MS	valor F	p (perm)	p (MC)
Itararé	1	728,19	728,19	0,52833	0,978	0,496
José Menino	1	777,03	777,03	1,3481	0,238	0,273
Aparecida	1	740,41	740,41	2,3376	0,183	0,161

Com relação as principais espécies em questão de abundância, observa-se através do ranking-abundância (Figura 09) que nas três áreas de coleta as espécies não foram as mesmas para o período antes e depois da colocação dos geobags. A praia do Itararé teve como espécie mais abundante *Oligoplites saliens* antes da colocação dos geobags e *Anchoviella lepidentostole* após a colocação dos geobags. Já na praia do José Menino a espécie mais abundante antes da colocação dos geobags foi *Conodon nobilis* e após a colocação foi *Oligoplites saurus* e na praia da Aparecida, local mais próximo da colocação dos geobags, as espécies mais abundantes foram *Pellona harroweri* e *Anchoa filifera* antes e após a colocação dos

geobags respectivamente. Para a última área de coleta mencionada, observa-se que no segundo período de estudo (depois da colocação dos geobags), *Pellona harroweri* foi a segunda espécie mais abundante ficando muito próximo da *Anchoa filifera* no ranking-abundância.

4.2.1 Estrutura da assembleia de peixes

Com o resultado da análise multivariada (PERMANOVA) da estrutura da assembleia de peixes observa-se que para as praias do José Menino e Aparecida não houve alteração quando comparadas antes e depois da colocação dos geobags considerando os dois valores obtidos para p (Tabela 04). Já para a praia do Itararé considerando o valor de p (MC), a PERMANOVA acusa uma diferença significativa muito próxima do valor de referência utilizado para p .

Tabela 04. Resultado da PERMANOVA com base na matriz de similaridade de Bray-Curtis para verificação na composição da assembleia de peixes nas três áreas de estudo.

Local	GL	SS	MS	valor F	p (perm)	p (MC)
Itararé	1	7556,9	7556,9	2,15	0,03	0,08
José Menino	1	4702,3	4702,3	1,20	0,27	0,29
Aparecida	1	5010,9	5010,9	1,19	0,23	0,29

Ao verificar quais espécies mais contribuíram para a diferença significativa entre os dois períodos de estudos na praia do Itararé, obteve-se como resultado de dissimilaridade através da análise SIMPER, as espécies *Genidens barbatus* e *Oligoplites saliens*, com contribuição de 17,86% e 16,48% respectivamente.

Ao observar a plotagem do escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) realizado para as três praias nota-se que existe uma tendência de diferenciação na composição da estrutura da assembleia de peixes entre os períodos analisados na praia do Itararé e Aparecida, já para a praia do José Menino não existe essa diferenciação (Figura 10). Esse comportamento é observado quando as amostras são analisadas em conjunto para cada ponto de coleta, porém quando observadas individualmente comparando-as mês a mês antes e após a colocação dos geobags, pode-se verificar que não há tal diferenciação, confirmando os resultados da PERMANOVA.

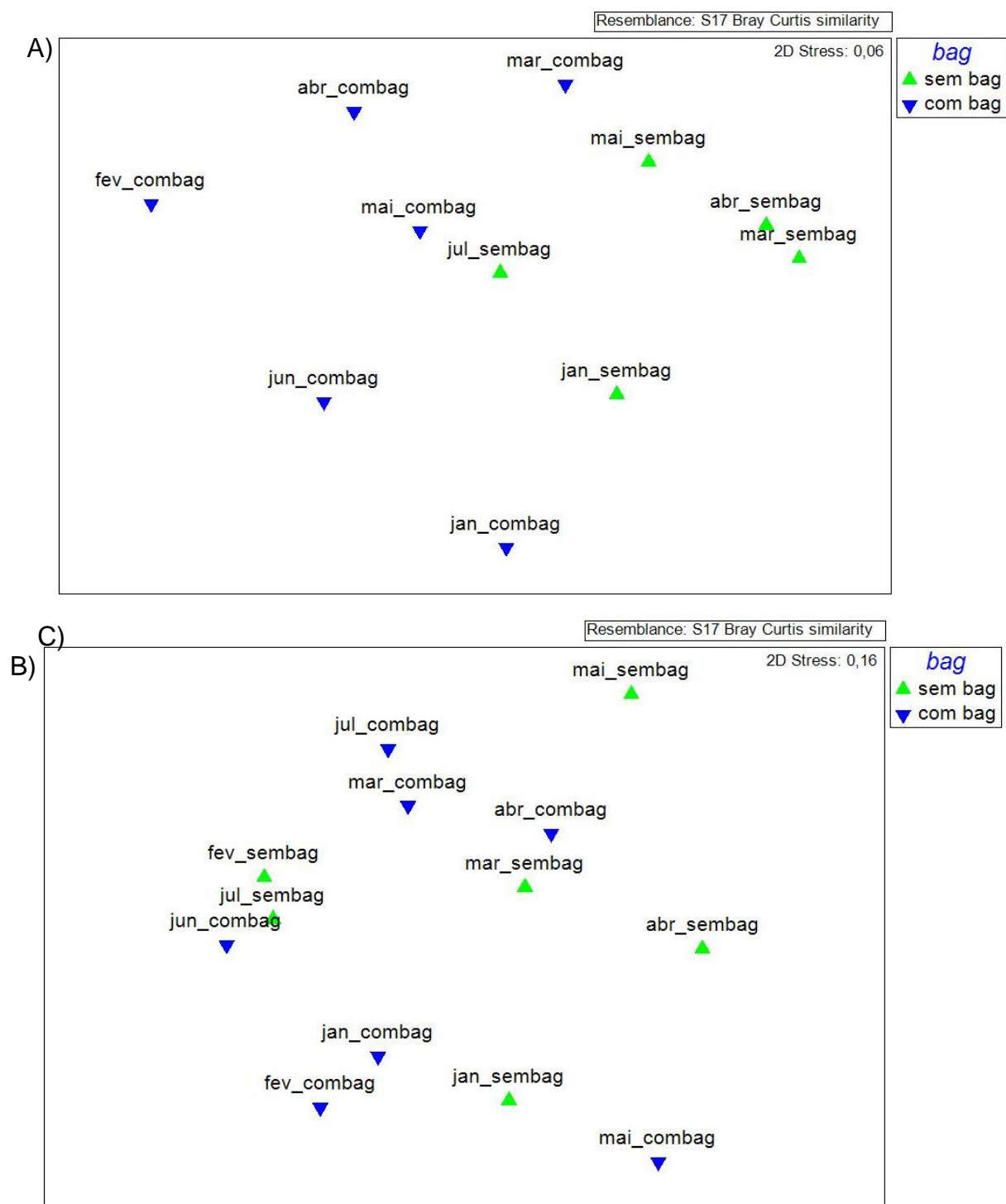


Figura 10. Escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) da composição da estrutura de assembleia de peixes antes e após a colocação dos geobags para A) Itararé, B) José Menino e C) Aparecida.

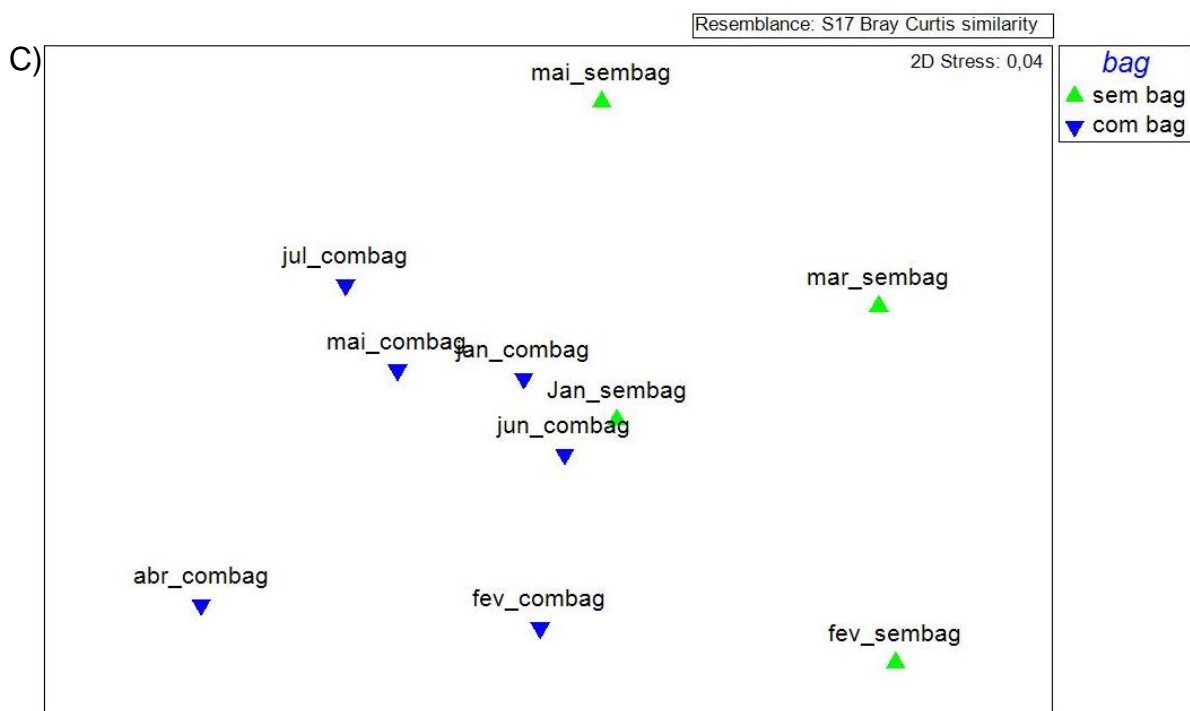


Figura 10 (cont.). Escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) da composição da estrutura de assembleia de peixes antes e após a colocação dos geobags para A) Itararé, B) José Menino e C) Aparecida.

5. Discussão

Os resultados obtidos não confirmam a hipótese do estudo, uma vez que mostraram que a inserção dos geobags na região da Ponta da Praia não alteraram a estrutura da assembleia de peixes, indicando apenas tendências de possíveis modificações.

Para as variáveis ambientais mensuradas (salinidade e temperatura) não verificou diferenças em relação as áreas de coleta devido a aproximação espacial entre as praias de estudo. Também não houve diferença significativa entre a salinidade e temperatura quando comparadas nos dois períodos (antes e após a colocação dos geobags), provavelmente pela contabilização das informações ocorrerem na mesma época do ano (janeiro a julho de 2017 e janeiro a julho de 2018). Devido a não variação dos dados ambientais e de acordo com o estudo realizado por Hayata (2016) o qual verificou que a temperatura superficial da água e a salinidade não apresentaram influencia na abundancia da assembleia de peixes, pode-se entender que as variáveis abióticas não foram responsáveis pela tendência na alteração da ictiofauna.

Foi observado um aumento no número total de indivíduos nas três áreas de coleta no período após a colocação dos geobags, entretanto deve se atentar para as praias Itararé e José Menino que são regiões mais distantes da área de intervenção, sugerindo assim que pode ter ocorrido outros fatores presentes nas três áreas que influenciaram no aumento da abundância. Ao analisar a diferença de indivíduos em cada coleta nos períodos, foi verificado que algumas coletas apresentaram abundância muito superior ao padrão das amostras (outliers), em especial no José Menino em que ocorreu em ambos os períodos analisados com duas coletas registrando 207 e 105 indivíduos.

As curvas de abundancia e biomassa sugerem que ocorreu algum tipo de perturbação na região de intervenção (praia da Aparecida), uma vez que ao analisar os gráficos ABC nos dois períodos de estudo (antes e após a colocação dos geobags), observou que as praias do Itararé e José Menino, regiões mais distantes da área de colocação dos geobags, mantiveram o mesmo padrão, no qual Itararé foi caracterizado como um ambiente estável e José Menino um ambiente instável ambos nos dois períodos. Já na praia da Aparecida, as curvas ABC mostraram que no primeiro período de estudo a área era estável e no segundo período (após a colocação

dos geobags) houve alguma interferência fazendo com que o ambiente ficasse levemente perturbado/instável.

Os valores obtidos para W confirmam o comportamento das curvas ABC, sendo considerado um ambiente sem perturbações ou estável quando o valor de W é positivo, perturbado ou instável quando o valor de W é negativo e levemente perturbado quando o valor de W é próximo a zero (Clarke, 1990). Para a praia do Aparecida após a colocação dos geobags, o valor obtido para W foi positivo, porém um valor mais próximo a zero, o que corrobora com a curva ABC gerada em que demonstra um ambiente com uma leve instabilidade.

O método das curvas ABC estão associados as espécies k ou r estrategistas, onde espécies k -estrategistas apresentam crescimento lento, maturação tardia e são organismos de grande porte, enquanto que as espécies r -estrategistas apresentam crescimento rápido, são organismos de pequeno porte e oportunistas, características desenvolvidas por necessidade de se manter no ambiente sendo consequência da perturbação da área (Yemane *et al.*, 2005).

De acordo com Gomes e Ferreira (2004), ambientes que não contam com distúrbios e são mais estáveis têm a presença de espécies k -estrategistas e ambientes com distúrbios e instáveis contam com a presença de espécies r -estrategistas, ou seja, oportunistas.

Os resultados apontam então que a inserção dos geobags na região da Ponta da Praia pode ter influenciado para a modificação da fauna local, entretanto não é garantido afirmar que essa alteração entre a biomassa e abundância ocorreu devido a intervenção, uma vez que outros fatores não mensurados nesse trabalho podem ter influenciado juntamente com os geobags ou em combinação entre eles.

Com relação aos índices ecológicos, mesmo que observada diferença em questão de grandeza numérica nos dois períodos de estudo, quando verificada a diversidade através de análise multivariada, não houve diferença significativa, podendo ser considerado então, que a colocação dos geobags não alteraram a diversidade local.

O estudo realizado por Mikami *et al.* (2011) na Baía de Tóquio no Japão por Mikami *et al.* 2011 para verificar alterações na fauna de peixes da zona de arrebentação na região de colocação de quebra-mares, corrobora com o presente trabalho, uma vez que os autores não identificaram influências na estrutura da assembleia de peixes no local de estudo.

Tatematsu *et al.* (2014) também realizaram um estudo afim de verificar a intervenção na fauna marinha devido a colocação de promontório na Costa de Kashimanada no Japão, no qual não observaram diferenças aparentes na estrutura de peixes em relação ao local de inserção do promontório e os outros locais de referência, mas notaram ao redor do promontório uma maior abundância de peixes de pequenos portes em comparação aos outros dois pontos, além de sugerir que esse tipo de estrutura atue como abrigo de ondas para diferentes organismos e local de alimentação. Estudos realizados como Kumar *et al.* (2014) e Kontaxi e Memos (2005) verificaram a colonização de estruturas submersas por organismos como algas e invertebrados sésseis, servindo como local de refúgio e alimentação para peixes e crustáceos.

Ao avaliar alterações na assembleia de peixes nas três áreas de coleta antes e após a colocação dos geobags, com foco na praia da Aparecida, levando em consideração a análise multivariada e o escalonamento multidimensional, pode-se entender que a inserção dos geobags não alterou a fauna local, mostrando apenas uma tendência na possível diferenciação na composição, entretanto não é possível confirmar se essa tendência se dá pela colocação dos geobags.

Por fim, o presente trabalho pode servir como base para outros estudos e ações relacionadas a obras de engenharia na região costeira, mostrando que apesar dessa intervenção antrópica causar uma pequena interferência na fauna marinha, não foi o suficiente para modificar a estrutura da fauna de peixes da zona de arrebentação.

6. Conclusão

Embora identificada uma pequena interferência na alteração na fauna de peixes no local de intervenção, não foi o suficiente para modificar a estrutura da ictiofauna da zona de arrebentação.

O estudo indica uma possível tendência na diferenciação da assembleia de peixes após a colocação dos geobags, entretanto devido apresentar um curto período amostral e apenas duas variáveis ambientais, para se obter um resultado mais certo sugere-se que aumente o período amostral das amostras biológicas. Também seria ideal mensuração de outros dados abióticos além de salinidade e temperatura, como turbidez da água, incidência de ondas, pH, granulometria, pluviometria, para assim testar se esses parâmetros de forma individual ou em conjunto interferem na estrutura da assembleia de peixes

Este tipo de trabalho é inédito no Brasil e, apesar de não confirmar a hipótese de que a inserção de barreiras submersas de geobags alteram a estrutura da assembleia de peixes na zona de arrebentação, tem grande importância para avaliação dos impactos ambientais gerados por esse tipo de ação, servindo como base para outros estudos, trazendo subsídios para obras de engenharia realizadas nas regiões costeiras.

7. Referências bibliográficas

ALVAREZ, I. E.; RUBIO, R.; RICALDE, H. Beach restoration with geotextile tubes as submerged breakwaters in Yucatan, Mexico. 2007. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0266114407000283>. Acesso em 17 de outubro de 2019.

Anderson, M.J., Gorley, R.N., and Clarke, K.R. (2008) PERMANOVA+ for *PRIMER: Guide to Software and Statistical Methods*, PRIMER-E, Plymouth, UK.

BASILE, M. Em 2005, ondas de mais de três metros assustaram moradores e causaram prejuízos em Santos. Santa Portal. Santos, 2015. Disponível em: <http://santaportal.com.br/7322-em-2005-ondas-de-mais-de-tres-metros-assustaram-moradores-e-causaram-prejuizos-em-santos>. Acesso em 15 de agosto de 2019.

BEZERRA, V. M. N.; COSTA, C. M. L. Análise da especificação de geossintéticos disponíveis no mercado nacional para controle de erosão em taludes. In: Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação, 8, 2012, Palmas. Palmas: Connepi, 2012. Disponível em: <http://propi.iftto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/viewFile/5502/2208>. Acesso em 20 de agosto de 2019.

CLARK, B. M.; BENNET, B. A.; LAMBERTH, S. J. Factors affecting spatial variability in seine net catches of fishes in the surf zone of False Bay, South Africa. *Marine Ecology Progress Series*, Oldendorf, v. 131, p. 17-34, 1996.

CLARKE, K. R. Comparisons of dominance curves. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 2013, 138, p. 143-157.

Fundação de Estudos e Pesquisas Aquáticas – FUNDESPA. Análise Histórica dos Registros de Ressacas ocorridos na região da Baía e Estuário de Santos. Santos, 2013. Disponível em: http://licenciamento.ibama.gov.br/Dragagem/Dragagem%20-%20Porto%20de%20Santos/Relatorios%20de%20Monitoramentos/Relat_Semestral7/RDC_120612_Praias/Anexo%207-3_Ressacas_rev1_250713.pdf. Acesso em 15 de agosto de 2019.

FIGUEIREDO, J.L.; MENEZES, N.A. 1978. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil II Teleostei (1). São Paulo. MZUSP. 84p.

FIGUEIREDO, J.L.; MENEZES, N.A. 1980. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. III. Teleostei (2). São Paulo MZUSP. 90p.

FIGUEIREDO, J.L.; MENEZES, N.A. 2000. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. VI. Teleostei (5). São Paulo. MZUSP. 116p.

G1 Santos. Ressaca inunda avenida da praia em Santos e provoca transtornos. Santos, 2016. Disponível em: <http://g1.globo.com/sp/santos-regiao/noticia/2016/08/ressaca-inunda-avenida-da-praia-em-santos-e-causa-bloqueios-no-canal-6.html>. Acesso em 17 de

agosto de 2019.

G1 Santos. Santos terá ação inédita para conter erosão e minimizar efeito das ressacas. Santos, 2017. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/santos-regiao/noticia/santos-tera-acao-inedita-para-conter-erosao-e-minimizar-efeito-das-ressacas.ghtml>. Acesso em 17 de agosto de 2019.

GOMES, J. et al. Estudo experimental do efeito do uso de geossistemas em praias alimentadas artificialmente. 2014. Disponível em: https://paginas.fe.up.pt/~shrha/publicacoes/pdf/JHRHA_9as/7_JGomes_EfeitosDoUso_2.pdf. Acesso em 18 de outubro de 2019.

GOMES, A.; FERREIRA, S. Análise de Dados Ecológicos. 2004. Disponível em: http://www.fernandosantiago.com.br/apostila_diversidade_sistemica.pdf. Acesso em 15 de outubro de 2019.

HAYATA, M. A. Composição e variação sazonal da ictiofauna da zona de arrebenção da praia da barra da lagoa, em Florianópolis/SC. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2016.

KONTAXI, C.; MEMOS, C. Submerged breakwaters as artificial habitats. 2005. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/C_Memos/publication/264288589_Submerged_Breakwaters_as_Artificial_Habitats/links/551d1eab0cf23e2801fe0214/Submerged-Breakwaters-as-Artificial-Habitats.pdf. Acesso em 20 de outubro de 2019.

KUMAR, J.; RAVICHANDRANA, V.; NANDHAGOPAL, G. Preliminary Studies on Nature of Epibiota Assemblage on Low Crested Coastal Protection Structure. 2014. Disponível em: <http://nopr.niscair.res.in/bitstream/123456789/34584/1/IJMS%2043%2811%29%202130-2135.pdf>. Acesso em 05 de novembro de 2019.

LAZZARI, M. A.; SHERMAN, S.; BROWN, C. S.; KING, J.; JOULE, B. J.; CHENOWETH, S. B., and LANGTON, R. W., 1999. Seasonal and annual variations in abundance and species composition of two nearshore fish communities in Maine. *Estuaries*, 22(3A), 636–647.

MAGINI, C., HARARI, J., & ABESSA, D. M. D. S. Circulação recente de sedimentos costeiros nas praias de Santos durante eventos de tempestades: dados para a gestão de impactos físicos costeiros. *Geociências*, 349-355p, 2007.

MARCENIUK, A.P. 2005. Chave para a identificação das espécies de bagres marinhos (Siluriformes, Ariidae) da costa brasileira. *Bol Inst Pesca* 31(2) p.89-101.

MELO, J. F. G. Utilização de geossintético no controle da erosão. 2016. Disponível em: http://ct.ufpb.br/ccec/contents/documentos/tccs/copy_of_2016.1/utilizacao-de-geossintetico-no-controle-da-erosao.pdf. Acesso em 10 de outubro de 2019.

MENEZES, N.A; FIGUEIREDO, J.L. 1980. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. IV. Teleostei (3). São Paulo. MZUSP. 96p.

MENEZES, N.A; FIGUEIREDO, J.L. 1985. Manual de peixes do Sudeste Brasileiro. II.5. Teleostei. São Paulo. MZUSP. 115p.

MENEZES, N.A.; BUCKUP, P.A.; FIGUEIREDO, J.L.; MOURA, R.L. 2003. Catálogo das espécies de peixes marinhos do Brasil. MZUSP. 160p.

MIKAMI, Shota; NAKANE, Yukinori; SANO, Mitsuhiko. Influence of offshore breakwaters on fish assemblage structure in the surf zone of a sandy beach in Tokyo Bay, central Japan. 2011. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12562-011-0421-0>. Acesso em 10 de novembro de 2019.

OH, Y.I. and SHIN, E.C. USING SUBMERGED GEOTEXTILE TUBES IN THE PROTECTION OF THE E. KOREAN SHORE. Coastal Engineering, v. 53, p 879-895, 2006.

OKSANEN, J. Ordination of boreal heath-like vegetation with principal component analysis, correspondence analysis and multidimensional scaling. *Vegetatio*, 1983.

OKSANEN, J, Multivariate analysis of ecological communities in R: vegan tutorial. *R documentation*, p. 43, 2015.

Prefeitura de Santos. Barreira de pedras na Ponta da Praia exhibe avanço do projeto piloto contra erosão. Santos, 2018. Disponível em: <http://www.santos.sp.gov.br/?q=noticia/barreira-de-pedras-na-ponta-da-praia-exibe-avanco-do-projeto-piloto-contr-erosao-veja-fotos-e-arte>. Acesso em 05 de setembro de 2019.

PROVETE, D. B.; SILVA, S. R.; SOUZA, T. G. Estatística aplicada à Ecologia usando o R. Universidade Estadual Paulista. São José do Rio Preto, 2011.

RESTALL, S. J. et al. Case studies showing the growth and development of geotextile sand containers: an Australian perspective. 2002. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0266114402000304>. Acesso em 27 de setembro de 2019.

SAATHOFF, F.; OUMERACI, H.; RESTALL, S. (2007). Australian and German experiences on the use of geotextile containers. *Geotextile and Geomembranes*

SOUZA, C.R. de G. 2008. Erosão na Praia do Gonzaguinha-Milionários (São Vicente, SP): Causas e Projeções. In: VII Simpósio Nacional de Geomorfologia (SINAGEO) e II Encontro Latino-americano de Geomorfologia, Belo Horizonte (MG), 01-08/agosto/2008. CD-ROM.

SOUZA, C. R. G. Praias arenosas oceânicas do estado de São Paulo (Brasil): síntese dos conhecimentos sobre morfodinâmica, sedimentologia, transporte costeiro e erosão costeira. *Revista do Departamento de Geografia – USP, Volume Especial 30 Anos*, p. 307-371, 2012.

TATEMATSU, Saori et al. Influence of artificial headlands on fish assemblage structure in the surf zone of a sandy beach, Kashimanada Coast, Ibaraki Prefecture, central Japan. 2014. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12562-014-0739-5>. Acesso em 12 de novembro de 2019.

Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. Proposta de projeto piloto para monitoramento e contenção da erosão na Ponta da Praia – Santos (SP). Nota Técnica 1. Campinas, 2017. Disponível em: <http://www.fec.unicamp.br/~zenker/NOTATECNICA1.pdf>. Acesso em 20 de agosto de 2019).

VASCONCELLOS, R. M.; SANTOS, J. N. S.; SILVA, M. A.; ARAÚJO, F; G.; Efeito do grau de exposição às ondas sobre a comunidade de peixes juvenis em praias arenosas do Município do Rio de Janeiro, Brasil. Biota Neotropica, v.7, n.1, 2007. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v7n1/pt/abstract?article+bn019070>.

VENANCIO, K. K. Evolução hidromorfodinâmica da região da Ponta da Praia em Santos – SP, no período entre 2009 e 2017. Dissertação de Mestrado: Universidade Estadual de Campinas - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. Campinas, 2018.

YEMANE, D., FIELD, J. G., LESLIE, R. W. Exploring the effects of fishing on fish assemblages using Abundance Biomass Comparison (ABC) curves. Journal of Marine Science v. 62(3): 374-379. 2005.